Aus dem Strahleninstitut (Prof. Dr. Friedrich Voltz) der Universitätsfrauenklinik München (Vorstand Prof. Dr. Heinrich Eymer) und dem zahnärztlichen Institut der Universität (Vorstand Prof. Dr. P. P. Kranz).

Ueber die Entwicklung der röntgendiagnostischen Hilfsmittel in der Zahnheilkunde.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Alois Baumann

approb. Zahnarzt aus Regensburg/Opf.

Buch- und Kunstdruckerei Wilh. Postberg, Bottrop i. W.

1938

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

Referent: Professor Dr. P. P. Kranz.

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Mai 1938.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Meinen lieben Eltern!

Einteilung.

1. Die Bedeutung in der Röntgendiagnostik in der Zahnheilkunde.
2. Die Verfeinerung der Aufnahmetechnik mit der Entwicklung von Röntgen-Apparat und -Röhre.
3. Die Entwicklung der Übersichtsaufnahmetechnik.
4. Die Entwicklung der Einzelaufnahmetechnik.
5. Die heutigen Fehlerquellen der zahnärztlichen Röntgendiagnostik.

Genialer Erfindergeist hat der Medizin in den letzten Jahrzehnten viele neue Mittel und Methoden an die Hand gegeben, um Krankheiten zu erkennen. Das wichtigste diagnostische Hilfsmittel aber, das uns in der Neuzeit sowohl für die Medizin als auch vor allem für die Zahnheilkunde beschert wurde, ist ohne Zweifel die Röntgenaufnahme. Die Entdeckung der Röntgenstrahlen war eine der wenigen Großtaten menschlichen Geistes, die von Anfang an in ihrer ungeheuren Bedeutung richig erkannt wurde. Nicht am wenigsten diesem Umstande ist es zu verdanken, daß sie im Laufe von über 4 Dezennien eine Entwicklung durchgemacht hat, der nur in seltenen Fällen Ähnliches zur Seite gestellt werden kann. Begeisterte Pioniere haben sich von Anfang an voll und ganz in den Dienst dieser Sache gestellt und mit Aufopferung der eigenen Gesundheit und sogar des Lebens in rastloser Arbeit die Röntgenstrahlen zu dem gemacht, was sie heute sind, zu einem Helfer des Arztes und Retter leidender Menschheit. Die Strahlen Röntgens wurden für die Medizin, für die Diagnostik und für die Therapie in ungeahnter Weise bedeutsam.

1. Die Bedeutung der Röntgendiagnostik in der Zahnheilkunde.

Eine wesentliche Ergänzung erfährt der klinische Untersuchungsbefund (Anamnese, Inspektion und Palpation) durch die Röntgendurchleuchtung. Sie ist bei den Erkrankungen der Zähne und Kiefer ein unschätzbares, nicht mehr zu entbehrendes Hilfsmittel geworden. Es vermag uns über die Veränderungen in der Tiefe, die sonst anderer Untersuchung unzugänglich sind, außerordentliche wertvolle Aufschlüsse zu geben. Das Röntgenlicht, richtig angewendet, kann für die exakte Diagnose der Zahn- und Knochenerkrankungen nicht mehr gemißt werden. Es gibt nicht nur allein Aufschlüsse über das Innere der Zähne, sondern auch über ihren Wurzelbereich. Verlagerte, retinierte Zähne deckt es mit aller Bestimmtheit auf. Auch die Beziehungen der Zähne zu entzündlichen und geschwulstartigen Veränderungen der Knochen wird durch dieses Hilfsmittel einwandfrei festgestellt. Seine Handhabung gehört zum Rüstzeug des modernen Zahnarztes. Bei den einzelnen Erkrankungen wird die Bedeutung des Röntgenverfahrens für die Diagnose besonders hervorgehoben. Das Röntgenbild erhöht mit den anderen klinischen Untersuchungsmethoden zusammen die Sicherheit der Diagnosestellung. Ja, es gibt dabei häufig den Ausschlag und hilft so, den richtigen Weg in der Therapie einzuschlagen.

Dies gilt sowohl für die Untersuchung der Zahnkronen auf versteckte Kariesherde, wie für die chronischen Erkrankungen des paradentalen Gewebes von Marginal her (Paradentose und Paradentitis), und auch für die sich im periapikalen Gebiet abspielenden, entzündlichen Prozesse, die wir als häufige Folgeerscheinungen des Pulpentodes kennen.

Diese letztgenannten schweren Erkrankungen des Knochens, die ja häufig zum Verlust der Zähne führen, gaben die

Veranlassung zu der Forderung, die Wurzelbehandlung nur noch unter Kontrolle des Röntgenbildes auszuführen. Nur auf diese Weise besteht die Möglichkeit, die Arbeit in einem dem Auge nicht zugänglichen Operationsgebiet, soweit die mechanisch-technische Seite in Betracht kommt, zu überwachen, wenn auch die Bewertung des Röntgenbefundes sorgfältiger Überlegung bedarf.

In der chirurgischen Zahnheilkunde versteht sich die Röntgenuntersuchung von selbst. Gibt sie doch Aufschluß über den einzuschlagenden Weg und den vermutlichen Umfang der Operation. Es ist ganz gleich, ob es sich bei dem Eingriff um die Entfernung eines retinierten Zahnes oder um die Eröffnung einer Zyste oder um die Behandlung einer Kieferhöhlenerkrankung handelt. Trotzt ein Zahn allen Extraktionsversuchen, so entscheidet das Röntgenbild, ob Wurzelkrümmung oder Zementhyperplasie vorliegt. Kaum zu entbehren ist das Röntgenbild zur Indikationsstellung der Wurzelspitzenresektion, wie überhaupt für die Diagnose von Tumoren. Großen Vorteil gewährt uns die Röntgenfotografie bei der Alveolarpyorrhoe, besonders als Kontrollmittel bei der Behandlung. Zahnsteinablagerungen an der Wurzel, Knocheneinschmelzungen werden einwandfrei aufgedeckt. Ebenso gewährt uns das Röntgenbild Einblick in den Verlauf der Heilung.

Aber auch in der prothetischen Zahnheilkunde kann man heute nicht mehr auf das Röntgenbild verzichten. Die Beurteilung der Valenz von Zähnen als Stützpfeiler für Brückenarbeiten oder partielle Prothesen ist ohne Röntgenbild kaum möglich. Der Sitz von Kronenringen wird häufig am einfachsten durch die Röntgenaufnahme kontrolliert. Überhaupt sollte jeder prothetischen Arbeit die Aufnahme eines Röntgenstatus, auch der klinisch zahnlosen Partien, vorausgehen. In einem sehr hohen Prozentsatz aller Fälle erweist sich nämlich eine chirurgische Vorbereitung des Mundes als unbedingt notwendig, damit pathologisch veränderte Stellen noch vor der Abdrucknahme behandelt werden. Eine Unterlassung der Röntgenaufnahme kann nicht nur zu Beschwerden, hervorgerufen durch den Prothesendruck, führen, sondern auch den Zahnarzt in sehr peinliche Situationen bringen.

Hier soll auch noch die Wichtigkeit der Röntgenaufnahme vor Beschleifen von Zähnen zur Herstellung von Jacketkronen betont werden. Es wird dadurch Klarheit über Größe, Lage und Form der Pulpahöhle geschaffen.

Auch die zahnärztliche Orthopädie kann heute ohne die Röntgenaufnahme nicht mehr auskommen. Sei es, daß es sich um die Feststellung der Lage eines einzelnen impartierten Zahnes handelt, sei es, daß das Lageverhältnis der Kiefer zum Schädel zur Erstellung einer genauen Diagnose untersucht werden soll. Immer ist die Röntgenaufnahme ein wichtiges Diagnostikum.

Für ebenso wertvoll halte ich die Röntgenfotografie für die Diagnose und Behandlung von Stellungsanomalien, besonders im Kindesalter. Wir erhalten genauesten Aufschluß über Anlage oder Nichtanlage der bleibenden Zähne. Es ist dieses von Vorteil für die Indikationsstellung der Extraktion kariöser Milchzähne. Große Dienste leistet uns das Röntgenbild bei Regulierungen vor der Behandlung und als Kontrollmittel während der Behandlung, ebenso bei der Retension.

Fehlschläge bei zahnärztlicher Behandlung, wie Perforation oder abgebrocchene Instrumente im Wurzelkanal, sind oft nur röntgenologisch nachweisbar. Bei Pulpitis ist die Röntgenaufnahme oft das einzige Mittel, die Diagnose zu sichern, da wir hierbei den Angaben der Patienten nicht immer trauen können und so evtl. eine Fehldiagnose auf die Trigeminusneuralgie ausschließen können.

Noch ein Hilfsmittel der zahnärztlichen Röntgendiagnostik soll nicht unerwähnt bleiben. Die moderne Technik schuf uns an Stelle des Röntgenbildes den Röntgenspiegel. Der Zeitgewinn ist beträchtlich, erspart doch der Spiegel das Entwickeln und Fixieren einer Aufnahme. Verdrängen wird er jedoch die Röntgenaufnahmen nicht, da diesen stets der Platz in all den Fällen vorbehalten bleiben wird, bei denen es sich um wissenschaftlich wertvolle Befunde handelt, die als Dokumente aufgehoben werden sollen. Für die alltägliche Praxis aber bedeutet der Röntgenspiegel eine große Neuerung in der Zahnheilkunde. Die Diagnose wird nicht nur erleichtert, sondern auch die Therapie einer sofor-

tigen Kontrolle unterzogen. Der Röntgenspiegel erweist sich gleich vorteilhaft bei Übersichtsuntersuchungen des Zahn- und Kiefersystems wie zur Kontrolle konservierender, chirurgischer und technischer Arbeiten aller Art. Außer diesen angeführten Anwendungsmöglichkeiten hat die Röntgenfotografie in den einzelnen Gebieten unserer Praxis auch idelle Bedeutung. Sie besteht darin, daß wir alle Mittel anwenden müssen, die geeignet sind, unsere Arbeitskraft und -freudigkeit zu vergrößern und die Liebe zum Beruf zu erhöhen.

2. Die Verfeinerung der Aufnahmetechnik mit der Entwicklung von Röntgenapparat und -röhre.

Es ist sicherlich richtig, wenn man sagt, in der zahnärztlichen Praxis ist heute der Röntgenapparat ein unentbehrliches Requisit geworden. Dies konnte er aber auch nur werden durch die in den letzten Jahren erzielte Verbesserung der Apparatur und Verfeinerung der Aufnahmetechnik. Wenn ich nun über die Vervollkommnung und Verfeinerung des Röntgenapparates sprechen möchte, so setze ich die physikalischen Grundlagen als bekannt voraus. Ebenso lasse ich das ganze Kapitel der Stereoskopie absichtlich weg, zumal es nichts Grundsätzliches am Ergebnis der Arbeit ändern würde.

Jede Röntgenaufnahme braucht zu ihrer Entstehung eine gewisse Röntgenenergie, welche sich durch drei Größen ausdrücken läßt. Die Röntgenspannung (Kilovolt) ist das Maß für die Wellenlänge und damit für die Härte oder Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen. Je größer die Kilovoltzahl, desto kürzer ist die Wellenlänge und desto härter (durchdringungsfähiger) sind die Strahlen. Die Kilovoltzahl wird meist in KV (effektiv) oder KV s (maximal) angegeben.

Rudolf Hecht schreibt in seinem Buch, Zahnärztliche Röntgentechnik- und Diagnostik: „Die Objekte, um die es sich in der Zahnheilkunde handelt, sind die Zähne, Kiefer und Schädel. Um bei diesen Objekten, die sich in ihrer Art nicht sehr voneinander unterscheiden, einen genügenden Kontrastreichtum auf dem Film zu erhalten, genügt als optimale Röhrenspannung ein Mittelwert. Auf eine besondere Regulierung der Hochspannung kann also verzichtet werden. Ebenso reicht es, um einen genügenden Schwärzungsgrad des Filmes zu erhalten, mit einer fest eingestellten Röhrenstromstärke in Milliampère zu arbeiten und den Ausgleich für die Verschiedenheit der Objekte durch Änderung

der Belichtungszeit herauszustellen. Es ist also bei Dental-Röntgenapparaten auch höchst überflüssig, Regulierorgane für die Röhrenheizung vorzusehen.

Diesen Tatsachen ist bei modernen Dental-Röntgenapparaten dadurch Rechnung getragen, daß alle Regulierorgane für Spannung und Heizung fortgelassen sind und nur noch die Belichtungszeit und eventuell der Fokus-Filmabstand dem jeweiligen Objekt angepaßt werden. Dadurch ist die Aufnahmetechnik weitgehend vereinfacht worden. Die optimale Spannung, die einen guten Kontrast ergibt, liegt etwa bei 40 KV eff., bezw. 56 KV s., der hinsichtlich der Bildfläche optimale Stromwert bei 10 MA."

Raff dagegen schreibt: „Neben der Einstellung ist es die Quantität und besonders die Qualität der verwendeten Strahlen, die das Ergebnis oft entscheidend beeinflussen, worauf besonders Euler hinwies: Es ist eine bekannte Tatsache, daß man bei weicher Röhre mitunter deutliche Knochenzeichnungen finden kann, während bei harter Röhre und im Negativ an der gleichen Stelle intensive Schwärzung entgegentritt. So kann z. B. nach Wurzelspitzenresektion bei einer mehrere Wochen später vorgenommenen Kontrolle auf einer mit harten Strahlen hergestellten Aufnahme jede Ossifizierung fehlen, während die Aufnahme mit weicher Strahlung deutlich regenerative Knochenneubildung zeigen kann."

Euler hat mit seinem Vorwurf nur zu recht, wenn er sagt, daß dem Praktiker der Einfluß des Härtegrades auf die Bildzeichnung lange nicht so geläufig ist, wie er es seiner Wichtigkeit nach sein müßte. Die überwiegende Mehrzahl der intraoralen Aufnahmen wird mit viel zu harter Strahlung gemacht; mitschuldig daran ist vielleicht eine schon allzuweit gehende Vereinfachung der zahnärztlichen Röntgenapparate."

Euler selbst schreibt: „Es muß also die Durchdringungsfähigkeit der Strahlen dem Objekt angepaßt sein . . . Die Härte der Strahlen, wie sie für die gewöhnlichen, intraoralen Aufnahmen notwendig ist, wird von 30 Kilovolt bei 10 bis 15 MA erzeugt. Für extraorale Aufnahmen und Schädelaufnahmen muß man mit größerer Durchdringungsfähigkeit der Strahlen arbeiten,

mit Strahlen, die von 40 bis 50 KV erzeugt werden. Arbeitet man z. B. bei gewöhnlichen intraoralen Aufnahmen mit so harter Strahlung, wie sie von 40 bis 50 KV erzeugt wird, dann durchdringen diese kurzwelligen Strahlen die Zähne und den Knochen zu stark. Es entstehen nicht mehr Schatten von genügender Tiefe, die Aufnahme erscheint nicht kontrastreich schwarz und weiß, sondern mehr allgemein grau. Von einem Röntgenapparat muß man verlangen, daß er wenigstens Strahlen von 30 bis 50 KV je nach Schaltung liefert. Es ist unmöglich, mit einer festgelegten Kilovoltspannung alle vorkommenden Aufnahmen lege artis zu machen."

Euler's Reproduktion seiner Bilder in dem „Lehrbuch der Zahnheilkunde" sind Muster, die unbedingt für die Richtigkeit seiner Technik sprechen, denn kaum irgendwo sind ebenso kontrastreiche und klare Reproduktionen von Röntgenaufnahmen zu finden und von den Originalen ist nur zu vermuten, daß sie noch besser sind.

Auch Luft kommt in seiner Arbeit: „Experimentelle Beiträge zur Detailerkennbarkeit und Detaildarstellbarkeit bei verschiedener Aufnahmetechnik" zu einem ähnlichen Ergebnis. Er schreibt dort am Schluß: „Je weicher die Strahlung ist, um so größer sind die erzielbaren Kontraste und damit die Detaildarstellbarkeit. Hierbei ist der Gewinn für die gleiche absolute Spannungsdifferenz umso größer, je niedriger die Spannung ist. Bei hohen Spannungen ist zwischen 105 und 90 KV s nur noch eine geringfügige Zunahme zu erzielen. Vermindert man die Spannung von 105 KV s bis auf 53 KV s d. h. also um 52 KV s, so kann man den gleichen Gewinn erreichen, den man im Gebiet der Weichstrahlung bereits bei einer Spannungsänderung um 17 KV s nämlich bei Verminderung der Spannung von 55 auf 38 KV s erhält."

Der Siemens „Dental-Heliodor" der Siemens — Reiniger Werke Berlin ist ein Apparat, der allen diesen Forderungen gerecht wird, denn er besitzt zu diesem Zweck an der vorderen Verkleidewand einen Stufenschalter, durch den sich die Trans-

formatorspannung in drei Stufen verändern läßt. Der niedrigste Spannungswert beträgt hierbei 38 KV s und der höchste 63 KV s.

Nehmen wir nun zur Herstellung einer Aufnahme die hierfür gewählte Spannung als fest an, so können wir nur noch die Ampère- und Sekundenzahl bezw. das Produkt, die Ampèresekundenzahl wählen. Jede Aufnahme braucht nämlich neben der Spannung eine ganz bestimmte Milliampèresekundenzahl, bei der es theoretisch einerlei wäre, ob nun die MA — Zahl groß und die Zeit klein, oder die Zeit groß und die MA — Zahl klein genommen wird; in Zahlen ausgedrückt wäre es einerlei, ob wir MA s durch 10 MA in einer Sekunde oder durch 5 MA in zwei Sekunden oder durch 1 MA in zehn Sekunden erzeugten.

Hier schreibt nun van der P l a a t s: „Leider ist es jedoch nicht einerlei. Das Produkt von Volt und Ampère stellt nämlich die elektrische Belastung des Brennflecks dar. Die Belastbarkeit eines Brennflecks pro qmm ist eine ganz bestimmte, festliegende Zahl. Überschreitung dieser Belastbarkeit heißt Zerstörung der Röhre, Unterbelastung heißt also Verzicht auf optimale Schärfe."

Daraus können wir ersehen, daß wir, um einen möglichst kleinen Brennfleck zu bekommen, entsprechend kleine MA — Zahlen wählen müssen. Dies darf natürlich nicht übertrieben werden, nicht daß durch starke Verkleinerung des Brennfleckes die Sekundenzahl so groß gewählt werden muß, daß Schluck-, Würg- und andere Bewegungen des Patienten die Scharfzeichnung der Röhre vollkommen verwischen. Diese notwendigen Sekundenzahlen können nun wiederum durch Abstandsverringerung und Verbesserung des Filmmaterials verkleinert werden.

In der Röntgenaufnahmetechnik haben wir es immer mit einer Zentralprojektion zu tun. Bei der mathematischen Zentralprojektion gehen alle Strahlen von einem Punkt aus. Dies ist nun leider nicht der Fall, denn es ist unmöglich, den Brennfleck oder Fokus punktförmig zu gestalten; denn dieser Punkt auf der Anode ginge bei der leisesten Belastung in Rauch und Dampf auf. Ganz abgesehen davon, daß wir keinen punktförmigen Glühdraht als Kathode herstellen können. Da nun dieser Fokus

in seiner technischen Entwicklung zum Strichfokus und der Strich durch entsprechende Schräglage der Anode in der Projektionsrichtung zum kleinen Quadrat geworden ist, haben wir es bei dieser Art Zentralprojektion immer von vorneherein mit einer Unschärfe zu tun. Sie ist immer von der Brennfleckgröße und dem Abstand Fokus-Film abhängig. Es ist aus geometrischen Gründen klar, daß das Bild um so schärfer wird, je kleiner der Fokus und je größer der Abstand Fokus-Film ist. Voraussetzung ist, daß Objekt und Film möglichst beieinander liegen. In der Praxis sind dem wiederum Grenzen gesetzt. Dies zeigt uns P l a a t s im folgenden: „Vergrößern wir den Aufnahmeabstand, dann muß bekanntlich die Aufnahmezeit, besser die MA-Sekundenzahl, gleichfalls größer werden, jedoch im quadratischen Verhältnis."

Weiter schreibt van der P l a a t s: Die älteren Autoren erfordern erstens wegen der Hochspannungsgefahr sowieso ein Arbeiten aus größerem Abstand wie heute. Zweitens hat die neuzeitige vollkommene Automatisierung der Apparate die Möglichkeit zur richtigen und gefahrlosen Grenzbelastung des Brennfleckes ergeben. Bei den verhältnismäßig großen Brennflecken von damals konnte man ja in kurzem Abstand kein scharfes Bild erhalten. Die Schußfolgerung aus obigen Zeilen ist also: Bei guter automatischer zahnärztlicher Röntgenapparatur hat man für jeden Abstand optimale Bildleistung.

Weiter zeigt van der P l a a t s, „daß die Schärfe des Röntgenbildes zahlenmäßig in einfacher Weise erfaßt werden kann und von verschiedenen Faktoren abhängt, unter denen die Brennfleckweite die wichtigste ist. Abstandsvergrößerung ergibt optimale Röhrenbelastung in kurzer Distanz, weil mit der Abstandsvergrößerung eine notwendige Brennfleckvergrößerung einhergeht".

Der Strahlendivergenzunterschied bei Zahnaufnahmen in 17- und 35-cm-Fokushautdistanz ist unwesentlich und für die Diagnosestellung belanglos. Der Kleinbrennfleckbesitzer ist in jeder Hinsicht dem Großbrennfleckbesitzer gegenüber im Vorteil. Er kann seine Röhre in jeder Distanz benützen, während der

größere Brennfleck Versuche in kurzer Distanz wegen der Fokusunschärfe nicht gestattet.

Wenn wir nun bei einer Fokus-Filmdistanz von 1 m gleicher Expositionszeit das gleich scharfe Bild wie mit einem der jetzt gebräuchlichen kleinen Dental-Apparate erhalten, so haben wir eine Fokus-Filmdistanzvergrößerung. Wir haben dadurch den Vorteil, daß die Bildgröße der Objektgröße genauer entspricht. Zudem betrachten wir unsere kleinen 3×4-Filme häufig mit der Lupe und verzichten also ohnehin auf die wahre Größe. Daher ist es belanglos, wenn das Bild an sich schon um ein Zehntel vergrößert ist. Tatsächlich ist es durch Abstandsvergrößerung allein unmöglich, die wahre Größe eines Zahnes zu erhalten, da dies von seiner uns unbekannten Lage im Kiefer abhängig ist.

Hauberrisser schreibt 1928: „Hinsichtlich der zu wählenden Entfernung wurde durch vergleichende Versuche rein empirisch festgestellt, daß für alle Objekte der verschiedenen Körperregionen die günstigsten Verhältnisse dann gegeben sind, wenn die Entfernung Fokus-Platte das fünffache des Objektdurchmessers beträgt. Bei einem Schädeldurchmesser von 22 cm (Stirn-Occiput) würde somit die günstigste Entfernung 22×5 = 110 cm betragen." Für Zahn — Kiefer — Aufnahmen käme darnach eine Entfernung (Fokus-Film) von 18—30 cm in Frage. Tatsächlich sind auch unsere neuen Dental-Apparate auf solche Entfernungen (25 cm) eingestellt.

Die Streuung ist einer der wensentlichsten und am meisten störenden Faktoren der Röntgenfotografie. Sie tritt überall auf, wo Röntgenstrahlen auf die Materie auffallen und sie durchdringen. Physikalische Messungen über Absorption und Streuung haben ergeben, daß bei weichen Strahlen die Absorption eine erheblich größere Rolle spielt als die Streuung. Dagegen tritt bei härteren Strahlen die Schwächung der Strahlen durch Streuung mehr in den Vordergrund. Außerdem ist die Streuung im Vergleich zur Absorption umso stärker, je niederiger das Atomgewicht des durchstrahlten Mediums ist. Zu betrachten ist hierbei

wiederum der Vorzug der Weitstrahltechnik gegenüber den harten Strahlen.

Herz schreibt darüber: „Die Auswirkung dieser Tatsachen spielt für die Bildwirkung in der Röntgenfotografie eine geradezu entscheidende Rolle. Der Anteil der gestreuten Strahlenmenge (Primär + Streustrahlen) wird oft so groß gemacht, daß in vielen Fällen der Praxis der Röntgenfotografie die durch die Streustrahlung bewirkte Schwärzung erheblich größer ist als die durch bildzeichnende Primärstrahlung hervorgerufene. Man muß also bei sehr geringer Strahlenhärte arbeiten oder die schädliche Einwirkung der Streustrahlung durch technische Hilfsmittel (Bucky-Blende u. a.) aufheben."

Für unsere intraoralen Aufnahmen werden technische Hilfsmittel wie Bucky-Blenden nie Verwendung finden können. Deshalb bleibt für uns nur das Arbeiten bei sehr geringer Strahlenhärte übrig. Zudem beeinträchtigt diese Arbeitsweise keineswegs die Einfachheit der Aufnahmetechnik.

Herz schreibt weiter: „Insbesondere von Wilsey und Bronkhorst ist das Verhältnis der Streustrahlenintensität zur Gesamtstrahlungsintensität experimentell untersucht worden. Nach seinen Ergebnissen müssen wir, um ein möglichst gutes durch Streustrahlen wenig verschleiertes Bild zu erhalten erstens den Durchmesser des Strahlenkegels möglichst klein wählen (kleinstmöglichen Blendenausschnitt). Die Streuintensität nach Wilsey mit dem sich verbreiternden Strahlenkegel nimmt im Verhältnis zur Gesamtstrahlungsintensität zu. Zweitens müssen wir, wie schon weiter oben gesagt, eine möglichst weiche Strahlung wählen und drittens den Fokus-Filmabstand genügend groß wählen. Viertens sollen wir den Film möglichst nahe an das Objekt heranbringen.

Herz schreibt hierzu Folgendes: Liegt das Objekt nahe an der lichtempfindlichen Schicht, so werden die Streustrahlen zum Teil vom Objekt selbst absorbiert, ihre Intensität unterhalb des Objektes also verringert. Praktisch wirkt sich das so aus, daß die Aufnahme mit anliegendem Objekt kontrastreicher wird als bei entferntem Objekt.

Befindet sich hingegen die lichtempfindliche Schicht in einer gewissen Entfernung von dem Streumedium, so wachsen die Kontraste wieder an.

Was die Verstärkungsfolien anbelangt, so schreibt Herz: „Zusammenfassend läßt sich über die praktische Verwendung von Verstärkungsschirmen sagen, daß sie schärfer vermindert wirken, daß man sie aber überall, wo kurze Expositionszeiten am Platze sind, unbedingt verwenden soll."

Für uns Zahnärzte hat dies zur Bedeutung, daß wir bei Schädelaufnahmen natürlich zwei Folien benützen, um unseren Apparat nicht zu überlasten, ebenso um den Fokus-Filmabstand entsprechend groß wählen zu können, ohne die Expositionszeit so groß werden zu lassen, daß die Aufnahme durch Bewegungen des Patienten an Schärfe leidet. Gleichzeitig sei noch darauf hingewiesen, daß Aufnahmen ohne Verstärkungsschirme geringere Kontraste haben als unter gleichen Bedingungen mit Verstärkungsfolien erzielte. Man kann daher bei Aufnahmen mit Folien etwas härtere Strahlen verwenden, um die gleiche Kontrastwirkung zu zu erreichen, wie bei folienlosen Aufnahmen. Dadurch wird die Expositionszeit noch mehr herabgedrückt.

Hingegen bei unseren intraoralen kleinen Aufnahmen, auf welchen uns jedes Knochenbälkchen und der kleinste Periodontalspalt interessiert, kommen wir lieber ohne Verstärkungsfolie aus, um ja nichts an Schärfe einzubüßen. Eine Staniolfolie auf der Rückseite zur Verhinderung der Rückstrahlung genügt uns vollkommen.

Die vollkommene Hochspannungssicherheit der heutigen Apparate ermöglicht uns auch den Röntgenspiegel zu verwenden. Genügen doch für diesen Zweck die zahnärztlichen Röntengeräte vollkommen; ja sie dürften sogar in ihrer Leistung etwas schwächer sein, da die Strahlung, die in erster Linie für die Aufnahme eingerichtet ist, für Durchleuchtung zu hart ist.

Staudenraus schreibt: „Der hauptsächlichste gerade für die Praxis entscheidende Vorteil der intraoralen Durchleuchtung ist der, daß durch den gesamten Vorgang eine gesundheitliche Schädigung des Arztes ausgeschlossen ist. Die Röhre liegt

der Außenseite des Kiefers unmittelbar an. Der Betrachter, der den Leuchtschirm mittels eines langen Handgriffes in den Mund des Patienten hält, steht hinter der Röhre. Er ist dem Patienten gegenüber und somit außerhalb des Strahlenkegels. Die Dauer der Belichtung beträgt im allgemeinen 3—5 Sekunden. Diese Zeit reicht in den meisten Fällen zur Diagnose vollkommen aus. Es können aber auch ohne Bedenken länger dauernde Belichtungen vorgenommen werden, mit den gegenwärtig im Betrieb befindlichen Geräten bis 3×15 Sekunden.

Unsere Röntgentechnik hat eine Entwicklung durchgemacht, welche die Spitzenleistung der Einfachheit darstellt, wie wir sie in der Röntgenkugel mit eingebauter Spezialröhre besitzen. Durch diese großartige Vervollkommnung von Röntgenapparat und -röhre hat die Aufnahmetechnik so gewaltige Verfeinerungsmethoden erreicht.

3. Die Entwicklung der Übersichtsaufnahmetechnik.

Bei der zahnärztlichen Röntgendiagnostik kommen zwei sich prinzipiell unterscheidende Aufnahmemethoden in Anwendung, und zwar die Übersichts- und Einzelaufnahme. Eine Übersichtsaufnahme wird notwendig, wenn das Kiefergelenk dargestellt werden soll und überhaupt, wenn eine Erkrankung des Kieferkörpers oder seiner Umgebung vermutet wird, sie ist weiter angezeigt bei Kieferklemmen und bei Unterkieferaufnahmen, wo Zunge und Mundboden das Einlegen des Filmes manchmal erschweren. Um bei Übersichtsaufnahmen gerade den Teil des Kiefers, den man im Bilde festzuhalten wünscht, möglichst deutlich und unüberschattet auf die Platte zu bringen, haben sich im Laufe der Zeit folgende verschiedene Aufnahmearten als besonders praktisch erwiesen.

Bei Aufnahme des Gelenkes und des Collum öffnet der Patient den Mund soweit als möglich; diese maximale Mundstellung wird fixiert, indem man ihn auf einen entsprechend großen Kork oder Holzkeil aufbeißen läßt. Die Filmkassette liegt dem Ohr der aufzunehmenden Seite fest an und muß genau parallel zur Medianebene des Patienten stehen. Der Hauptstrahl geht durch die beiden Kieferköpfchen und wird genau senkrecht auf die Platte gerichtet. Fokus-Filmabstand ca. 50 cm. Eine gute Aufnahme des Kieferköpfchens und seiner Umgebung erhält man auch, wenn der Hauptstrahl zwischen Wirbelsäule und Kiefergelenk der Gegenseite eingeleitet wird. Man muß dabei darauf achten, daß der Patient die Halswirbelsäule maximal streckt. Der Kopf wird dann durch den Hilfsdrehgriff nach Pordes etwas seitlich gedreht. Hauberrisser empfiehlt, um ein möglichst wenig überschattetes Bild des Gelenkes zu erhalten, die Aufnahme bei Schräglage: Der Patient legt den Kopf einfach auf die Kasette, die auf einen Tisch zu liegen kommt, auf, öffnet den Mund weit

und der Operateur läßt den Hauptstrahl dicht über den zweiten Molaren der Gegenseite eintreten.

Wie die oben zuerst beschriebene Gelenkaufnahme werden auch die Aufnahmen des aufsteigenden Kieferastes und des Kieferwinkels gemacht. Nur muß der Hauptstrahl etwa auf die Kauebene der erkrankten Seite eingestellt werden. Bercher nimmt den horizontalen Unterkieferast wie folgt auf: „Der Patient sitzt am besten rittlings auf dem Operationsstuhl und streckt das Kinn bei geschlossener Zahnreihe möglichst weit vor. Der in schwarzes Papier eingewickelte Film wird um eine Papprolle von ca. 7 cm Durchmesser gewickelt und fest unter den Unterkiefer gedrückt. Der Hauptstrahl fällt von oben vorn über die Schneidekante der unteren Frontzähne ein.

Kann bei der seitlichen Aufnahme eine vermutete Fraktur nicht gefunden werden, so wird eine Aufnahme des Colum in occipito-frontaler Richtung nötig. Daher muß die Kassette genau in der Frontalebene dem Kopf fest anliegen. Der Hauptstrahl geht durch den Porus acusticus extermus und muß genau senkrecht auf die Platte auftreffen. Will man den Kiefer ohne aufsteigenden Ast darstellen, also die Prämolaren und Molaren, dann wird mehr die Stirnkante auf den Film gelegt. Es verdeckt dann die Wirbelsäule den aufsteigenden Ast. Soll der aufsteigende Ast mit den letzten Molaren deutlich herauskommen, dann muß man mehr die Schläfenpartie auf den Film legen. Es wird dann der Unterkiefer unter der Wirbelsäule hervorgedreht.

Im Oberkiefer ist die Einstelltechnik für die Übersichtsaufnahme relativ einfach. Auf einem entsprechend großen Film wird bei Aufnahme der Front das Gesicht auf die Kassette gelegt. Die Strahlen werden von rückwärts her durch den Kopf hindurchgeschickt. Die seitliche Aufnahme wird analog gemacht. Die Seite, die man aufnehmen will, liegt auf dem Film. Bei diesen Aufnahmen des Oberkiefers wirken aber die übrigen Teile, die notgedrungen mit auf das Bild projiziert werden, sehr störend. Bei der sogenannten Occipito-Frontalaufnahme sind es Schädelknochen oder die Wirbelsäule, bei den seitlichen Aufnahmen sind es die anderseitigen Kiefer, die das Bild störend beeinflussen.

Für den Unterkiefer und die rückwärtigen Abschnitte des Oberkiefers kann man die störende Gegenseite bei seitlichen Aufnahmen aus dem Bilde fernhalten durch die Aufnahme am „hängenden Kopf". Der Kopf wird schräg nach abwärts geneigt gelagert. Man läßt die Röntgenstrahlen leicht von rückwärts her durch den Kiefer auf den Film fallen.

Um die Oberkieferhöhle, Stirnhöhle, Nasenhöhle sowie beide aufsteigende Kieferäste aufzunehmen, sitzt der Patient etwas vorgeneigt und legt die Kassette an Stirne und Nase an. Der Hauptstrahl tritt unterhalb der Protuberantia occipitalis ein, verläuft in Richtung auf die Nase und trifft senkrecht auf die Platte auf. Um die Frontzahngegend schärfer zu zeichnen, wobei allerdings die Oberkieferhöhle durch den Occipitalschatten teilweise verdeckt wird, legt man die Kassette an Nase und Kinn an und läßt den Hauptstrahl unterhalb der Protuberantia occipitalis eintreten und in Richtung der Mundspalte verlaufen. Selbstverständlich sind auch seitliche Aufnahmen des Oberkiefers möglich. Die Einstellung ist genau dieselbe, wie sie oben bei den Unterkieferaufnahmen beschrieben wurde. Nur muß man sowohl Kassette als auch Hauptstrahl der Lage des Objektes entsprechend mehr frontalwärts verschieben. Anzuführen wären schließlich noch die Gesamtaufnahmen des Gesichtsschädels mit durch die Schädelkapsel gehendem Hauptstrahl. Da diese aber nur mit Apparaturen auszuführen sind, die eine wesentlich höhere Leistungsenergie haben als die gebräuchlichen Dental-Instrumente und zudem in der Zahnheilkunde nur sehr selten benötigt werden, glaube ich mich auf die bloße Erwähnung beschränken zu dürfen. Bei den bisherigen Ausführungen habe ich die jeweils notwendige Belichtungszeit unberücksichtigt gelassen. Die Belichtungszeit ist einmal abhängig vom Abstand zwischen Fokus und Film, weil sich die Röntgenstrahlen wegen ihrer Trennung nach allen Seiten mit dem Quadrate ihrer Entfernung vermindern, dann aber auch von der Intensität der Strahlen.

Die aus der Röntgenröhre entstehenden Strahlen haben durchaus keine einheitliche Wellenlänge, sondern sie sind ein Strahlengemisch von harten und weichen Strahlen. Will man ein

mehr in der Tiefe liegendes Objekt deutlich auf die Platte bringen, muß man mehr härtere Strahlen wählen. Im allgemeinen kommt man bei Zahnaufnahmen mit einer Intensität von 40 KV Hochspannungsstrom und 10 Milliampère Heizungsstrom aus, während man bei Schädelaufnahmen bis 60 KV und 20 MA geben muß. Die Belichtungszeit dürfte bei Übersichtsaufnahmen bei Fokusabstand von 30—50 cm 5—6 Sekunden betragen.

Eine sehr einfache und gute Aufnahmemethode stellt die sogenannte Nahaufnahme dar. Man schraubt bei einem Röntgengerät den Konus ab und ist somit nicht mehr an den bestimmten Abstand zwischen Tubus und Haut gebunden, sondern kann nun direkt den Tubus auf die Haut des Patienten setzen und den Abstand Fokusobjekt verkleinern. Setzt man also den Tubus direkt auf den gegenüberliegenden Jochbogen des aufzunehmenden Kiefergelenkes, so bildet er das erste Objekt, das sich den Strahlen entgegensetzt. Der Jochboden liegt nun aber so nahe am Tubus, daß er von den Strahlen völlig durchdrungen und auf der weit entfernten Platte so vergrößert wird, daß sein Schatten kaum in Erscheinung tritt. Das Kieferköpfchen liegt dagegen dem Film fast an und wird deutlich und scharf isoliert gezeichnet. Fehler beim Einstellen sind bei dieser Methode fast völlig ausgeschlossen, wenn nur der Zentralstrahl annähernd im rechten Winkel auf den zur Sagittalebene senkrecht stehenden Film einfällt.

Eine andere, jedoch nicht ganz einfache Projektionsrichtung gibt P o r d e s an, mit der das Köpfchen ebenfalls isoliert zu treffen ist. Bei weit geöffnetem Munde wird der Zentralstrahl in die Incisura semilunaris der gegenüberliegenden Seite geschickt und von oben auf das Kiefergelenk eingestellt. Von vorne gesehen, muß der Zentralstrahl genau in Höhe des unteren Orbitalrandes und ein wenig schräg von unten zur Pupillarebene verlaufen. Das Capitulum und Colum mandibulae wird dann isoliert auf dem Bilde erscheinen. Ist man sich über die Anatomie dieser Gegend im klaren, so daß man den Schädel skelettiert sieht, dann braucht man für diese Aufnahme nur einen Film von normaler Größe, wie er für jede Zahnaufnahme be-

nützt wird. Den Film legt man bei Erwachsenen drei Querfinger vor den äußeren Gehörgang parallel zur Sagittalebene.

Eine Bereicherung der Aufnahmemethodik, die ein neues Hilfsmittel für die Prothetik und besonders für die Kieferorthopädie bedeutet, bilden die von Simpson angegebenen, neuerdings durch die de Trey A.-G. propagierten Profilröntgenaufnahmen. Für die Prothetik bildet die Profilröntgenaufnahme ein wertvolles prophylaktisches Hilfsmittel. Es kann die zur Zeit der vollen Bezahnung bestehende individuelle Profillinie bezw. die Bißhöhe nach späterem Zahnverluste und damit einhergehender Senkung der Bißhöhe wieder rekonstruiert werden. Die Technik der Herstellung ist verhältnismäßig einfach. Voraussetzung hierfür ist die Anwendung der Fernaufnahmemethode, um den Schädel bzw. die Profilaufnahme ohne Verzerrung in der natürlichen Größe dargestellt zu erhalten.

Die Okklusions-Ebene soll horinzontal verlaufen, die Sagittal-Ebene vertikal. Die Längsachse des Filmes (18×24 oder 24×30 cm) ist vertikal, die Kassette verläuft parallel zur Sagittal-Ebene. Der Film reicht etwas über die Nasenspitze hinaus. Der Patient soll die Kassette gegen den Kopf drücken. Der untere Rand ruht auf der Schulter, um ein Verschieben zu vermeiden. Die Konusspitze wird auf den Mundwinkel eingestellt. Der Zentralstrahl soll rechtwinkelig auf die Kassette treffen. Der Abstand zwischen Film und Fokus beträgt 100 cm.

4. Die Entwicklung der Einzelaufnahmetechnik.

Die zweite Gruppe der Aufnahmearten ist die Einzelaufnahme. Für den praktischen Zahnarzt ist diese wohl die meist angewandte. Eine konstante Einstellung des Kopfes erhalten wir, wenn wir denselben nach einer aus der Anthropologie bekannten Einstellungsebene des Schädels orientieren. Den Verlauf derselben zeichnen wir mit einem Dermatographen auf dem Gesicht des Patienten an. Zu diesem Zweck hat Cieszynsky 1912 bereits die Frankfurter Horizontalebene empfohlen (Verbindungslinie zwischen dem Porus acust. ext. und dem infraorbitalen Rand). 1923 empfahl Hovard Raper zur Einstellung des Kopfes die Campersche Ebene, die die Verbindung des äußeren Gehörganges mit dem Subnasale darstellt. Simpson hingegen um die gleiche Zeit die Ermittlung nach der Bißebene (Bißplatte mit Wasserwaage). Die Methoden von Raper und Simpson ändern nichts am Prinzip der Methode, sondern stellen nur eine Modifikation dar. Da nun die Stellung der Zahnachsen zur F. H.-Ebene bei den verschiedenen Kieferformen variabel ist, während sie für die verschiedenen Kiefertypen charakteristisch ist, müssen wir die jeweilige Kieferform genau bestimmen. Vor der Aufnahme orientiere man sich genau über den Kieferbau des Patienten und stelle fest, ob man es mit einem normal gebauten Kiefer oder einem anormalen zu tun hat. Zu diesem Zwecke bezeichne man sich auf dem Gesicht des Patienten beiderseits die F. H., indem man den oberen Rand des Porus acust. ext. mit dem leicht tastbaren unteren Augenhöhlenrand verbindet. Wenn man nun diese Linien parallel zur Bodenfläche einstellt, so macht sich die chrakteristische Kieferform in der Profilkontur augenfällig bemerkbar. Zur oberflächlichen Orientierung genügt es, sich den Infraorbitalpunkt und den Porus acust. ext. mit dem kleinen und Zeigefinger der linken Hand zu markieren und dementsprechend

den Kopf des Patienten parallel zum Horizont einzustellen. Die F. H. verläuft über den Joch beim Körper und den Jochbogen. Wenn wir uns daran gewöhnen, in dieser Stellung das Profil des Patienten zu betrachten, so genügt meist ein Blick, um die betreffende Kieferanomalie sogar bei geschlossenen Kiefern richtig zu erkennen. Die Feststellung der jeweiligen Kieferform ist deshalb wichtig, weil bei jeder dieser Kieferformen der Verlauf der Zahnachsen zur F. H. eine charakteristische ist und von der Normallage mehr oder minder abweicht.

Die Differenz der Zahnachsenstellungen der oberen Eckzähne und Molaren ist bei verschiedenen Kieferanomalien sehr gering, im Gegensatz zu den bedeutenden Schwankungen im Bereiche der Frontzähne. Diese Schwankungen betragen bei ihnen 49° und müssen daher unbedingt bei den Aufnahmen Berücksichtigung finden. Bei unteren Zähnen ändert sich bei Einführung des Filmes mittels Filmhalter die Lage der Zahnachse zur F. H. je nach der Dicke des Einbißkorkes. Es empfiehlt sich daher eine konstante Dicke desselben von 5 mm zu wählen. Einen dickeren Kork nimmt man nur ausnahmsweise, wenn die Backenzähne im Gegenkiefer fehlen. Das Einführen des Filmes mittels Filmhalters, der die ruhige Lage desselben bei der Aufnahme bedingt, ändert die Hauptstrahlrichtung bei den verschiedenen Kiefertypen um 0—10°. Die Einstellung des Hauktstrahles für intraorale Aufnahmen erfordert eine Genauigkeit bis 20° bei anliegenden und eine Genauigkeit bis auf 10° bei Filmen in Bißlage. Bei intraoralen Aufnahmen erhalten wir die besten Aufnahmen, bei denen die Feinheiten der Knochenstruktur der apikalen Gegend am deutlichsten zur Geltung kommen, wenn die Zahnlänge auf ein Zehntel, das ist um zirka 3 mm verkürzt erscheint. Nach dem oben Gesagten erscheint die Technik der Einzelaufnahme sehr kompliziert und ganz besondere Aufmerksamkeit erforderlich, wenn wir uns jedoch die durch Rechnung und Konstruktion erhaltenen Resultate mit den notwendigen Korrekturen auf einer Tabelle zusammenstellen und diese übersichtlich auf eine Tafel auftragen, so ist die Aufnahmetechnik sogar bei Berücksichtigung aller Finessen äußerst einfach. Durch die Übersichtstafel

ist die Aufnahmetechnik gleichsam mechanisiert, und man ist in der Lage, zwölf intraorale Aufnahmen, also von allen Kieferabschnitten des Ober- und Unterkiefers in 20—25 Minuten Aufnahmen auszuführen. Diese Schnelligkeit und Präzision ist mit keiner der üblichen und sonst bekannten Methoden zu erzielen.

Bei der orthoradialen Aufnahme — darunter versteht man eine Strahlenrichtung, bei der der einfallende Röntgenstrahl senkrecht auf die Filmebene fällt — verläuft die Filmebene ungefähr parallel mit der an den Zahnbogen gelegten Tangentialebene, d. h. der Hauptstrahl geht parallel mit der Approximalfläche der aufzunehmenden Zähne. In der orthoradialen Einstellung decken sich meistens die buccale und die palatinale Wurzel der oberen ersten Prämolaren. Auch bei den oberen Molaren kann eine Überlagerung der palatinalen Wurzel durch die buccale eintreten. Wenn man zur genauen Lagebestimmung die Wurzeln nebeneinander projizieren will, so erreicht man dies durch exzentrische Einstellung. Bei der mesialexzentrischen Einstellung fällt das Strahlenbündel nicht senkrecht auf den Film, sondern schräg von vorn außen nach innen hinten. Bei disexzentrischen Aufnahmen läßt man die Strahlen von hinten her auffallen. Um die palatinale von der buccalen Wurzel zu diagnostizieren, gibt uns die Zeichenschärfe Auskunft. Die dem Film näherliegende, die palatinale Wurzel, ist schärfer gezeichnet als die weiter wegliegende buccale.

Manche Autoren empfehlen bei der Einzelaufnahme im Oberkiefer den Film nicht an den Gaumen, sondern in Bißebene zu legen. Anstelle eines Filmes kann man in diesem Falle auch eine kleine Platte verwenden.

Eine andere Methode ist die Aufnahmetechnik mit Bite-Wing-Filmen. Sie hat sich besonders zur Untersuchung von Zahnkronen bewährt. Von diesen Bite-Wing-Filmen benötigt man für einen ganzen Status 4—5 Aufnahmen, zwei mit dem großen Film, bei dem der Aufbeißflügel in der Längsachsenebene des Filmes liegt, und zwei bis drei mit dem kleinen Film. Hier liegt der Aufbeißflügel in der Querachsenebene. Die kleinen Filme dienen zur Aufnahme von Front- und Eckzähnen. Der

Patient sitzt in Grundstellung. Der Film wird eingelegt, und der Patient hält ihn durch Aufbeißen auf die Beißflügel fest.

Eine besondere Aufnahmetechnik ist notwendig bei verlagerten, nicht durchgebrochenen Weisheitszähnen. Hier gestaltet sich die Aufnahmetechnik folgendermaßen: Zunächst wird eine Aufnahme in Normalstellung gemacht. Barry gibt an, den vorderen Rand des Zahnfilmes mit dem mesialen Rande des ersten Molaren genau abschließen zu lassen. Dadurch bekommt man schon eine Vorstellung von der Art der Wurzelkrümmung, soweit sie in sagittaler Richtung liegt. Ferner ist noch eine zweite Aufnahme mit Film in Bißebene notwendig. Es wird der Film so eingelegt, daß er auf den Kauflächen der durchgebrochenen Zähne möglichst distal liegt. Bei im Oberkiefer verlagerten Zähnen ist die Aufnahmetechnik ganz entsprechend nach der Methode von Clarence O. Simpson.

Bei den Einzelaufnahmen mit den neuesten Dental-Röntgenapparaten gehen wir von einer Grundstellung des Patienten aus, die für die meisten Einzelaufnahmen eingehalten werden muß. Nur wenige Ausnahmen beanspruchen eine besondere Technik. Als Grundstellung bezeichnen wir folgende Lage des Patienten. Er sieht gerade aus, so daß eine durch die Median-Sagittal-Ebene des Patienten gelegte Ebene mit dem in Nullstellung befindlichen Apparat zusammenfällt. Der Kopf des Patienten wird so ausgerichtet, daß die Kauebene horizontal verläuft. Wir finden den Verlauf der Kauebene am besten, wenn wir die Parallelebene zur Kauebene bestimmen. Diese geht durch die beiden Poriacustici externi und den Subnasalpunkt. Diese Ebene muß bei allen in Grundstellung gemachten Aufnahmen des Oberkiefers horizontal verlaufen. Auf der Linie, wo diese Ebene den Kopf des Patienten schneidet, soll auch der Hauptstrahl einfallen. In dieser Höhe befinden sich nämlich auch ungefähr die Wurzelspitzen. Man setzt also die Mitte des Tubus auf diese Linie auf. Bei Einzelaufnahmen des Unterkiefers wird der Kopf des Patienten so gelagert, daß die Kauebene, die bei geöffnetem Mund leicht zu überblicken ist, horizontal verläuft. Der Kopf ist also im Gegensatz zu den Aufnahmen im Oberkiefer etwas nach hinten

geneigt. Die Mitte des Tubus wird dabei etwa einen Querfinger breit oberhalb des unteren Kieferrandes aufgesetzt.

Es versteht sich von selbst, daß durch geeignete Einstellung der Kopfstütze und Rückenlehne für die bequeme Lage des Patienten Sorge getragen werden muß. Zur Einstellung der einzelnen Zahnpartien wird die Röhre um den Kopf des Patienten herumgeschwenkt. Zur Aufnahme eines vollbezahnten Gebisses sind im allgemeinen 10—11 Zahnfilme von dem erprobten Format 3×4 notwendig. Dabei werden die Kiefer in folgende Abschnitte geteilt: im Oberkiefer beiderseits die drei Molaren als erster Abschnitt, als zweiter Abschnitt beiderseits die beiden Prämolaren und der Eckzahn, als dritten Abschnitt kann man bei breiten Kiefern einen Film für die Frontzähne verwenden, wobei der Film in Hochformat eingestellt wird. Bei schmalen, spitz zulaufenden Kiefern muß man für das Frontzahngebiet zwei Aufnahmen machen. Dabei umfaßt je eine den mittleren und seitlichen Schneidezahn und evtl. den Eckzahn von jeder Seite. Im Unterkiefer werden die vier Frontzähne zu einem Abschnitt zusammengefaßt. Eckzahn und beide Prämolaren sind jederseits der nächste Abschnitt, während die drei Molaren auf jeder Seite die letzten Abschnitte bilden.

5. Die heutigen Fehlerquellen der zahnärztlichen Röntgendiagnostik.

Die Röntgendiagnostik hat mit den anderen klinischen Untersuchungsmitteln auch die der Fehlermöglichkeiten gemeinsam, die in der Unvollkommenheit alles menschlichen Erkennens begründet sind. Die sogenannten Röntgenirrtümer können verschiedener Ursache sein. Ein großer Teil der Röntgentäuschungen ist auf Plattenfehler zurückzuführen. Wenn auch bei der fortgeschrittenen Technik der Filmfabrikation diese zu den Seltenheiten gehören, so kommt es doch ab und zu einmal vor, daß eine fehlerhafte Stelle in der Emulsion eines Filmes ist. In dem darauf aufgenommenen Bild wird dadurch ein in Wirklichkeit nicht vorhandener pathologischer Prozeß vorgetäuscht. Viel häufiger aber ist die Fehlerquelle in unrichtiger Aufnahmetechnik oder in unzweckmäßiger Projektion zu suchen. Die Beherrschung der topografischen Anatomie ist eine notwendige Voraussetzung zum Lesen eines Röntgenbildes.

Es kann vorkommen, daß der vom Foramen incisivum herrührende Schattendefekt so über die Wurzelspitze eines oberen mittleren Schneidezahnes projiziert wird, daß man an einen vom Wurzelkanal ausgehenden pathologischen Prozeß (ein Granulom) glauben könnte. Dies ist auf falsche Einstellung zurückzuführen. Desgleichen kann durch Projektion an die Wurzelspitze der unteren Prämolaren das Bild des Foramen mentale gerückt werden und da einen pathologischen Prozeß vortäuschen. Auch die Abgrenzung eines apikal-ostitischen Herdes an unteren Molaren kann durch den Mandibularkanal erschwert werden. Manchmal reicht die Kieferhöhle mit einzelnen Buchten zwischen die Wurzeln der oberen Molaren herunter. Durch die Projizierung des Kieferhöhlenbodens und der Zähne auf den Film kann der Anschein erweckt werden, als ob ein direkter Zusammenhang zwi-

schen beiden besteht und als ob ein Zahn mit den Wurzeln in die Kieferhöhle hineinrage. Besonders schwierig ist mitunter die Auseinanderhaltung von Zysten an oberen Prämolaren und Molaren einerseits und Ausbuchtungen der Kieferhöhle andererseits, wie überhaupt die Lagebeziehung der Wurzelspitzen oberer Zähne zum Antrum im Röntgenbild leicht falsche Vorstellungen erwekken kann. Die falsche Diagnose eines impaktierten Wurzelrestes kann von sklerotischen Herden im Knochen herrühren. Flecken im Röntgenbild können auf Fremdkörper zurückzuführen sein, die in das Innere des Konus gelangten. Verwackelte Bilder entstehen durch unruhiges Verhalten der Patienten. Eine weitere Fehlerquelle ist eine zu große Entfernung des Röntgenfokus vom Objekt und Film. Sehr weitgehenden Täuschungen kann man aber auch verfallen, wenn man etwa die Ausdehnung eines Krankheitsherdes nur nach dem Röntgenbild beurteilen wollte. Öfters wiederkehrende Fehlerquellen sind zu harte oder zu weiche Strahlen. Auch die Kopf- und Kieferhaltung des Patienten ist stes auf das Genaueste zu berücksichtigen, um jeden Fehler auszuschalten. Ein unscharfes Bild kann entstehen, wenn der Zeitschalterknopf nicht ganz durchgedrückt ist; denn ein im Zeitschalter untergebrachter Widerstand beeinträchtigt die Stromzufuhr. Bei falscher Strahlenrichtung ist eine Überlagerung der Zähne unvermeidlich. Es ist unbedingt erforderlich, daß die Strahlen nicht mesial oder buccal gerichtet sind, da sonst die Schatten übereinander zu liegen kommen und eine ungenaue Zeichnung der Gewebe die Folge ist. Wenn ein Röntgenbild die Wurzelspitzen nicht zeigt, so ist das darauf zurückzuführen, daß der Film nicht richtig in den Mund eingelegt wurde, oder auch, daß der Zentralstrahl falsch eingestellt worden ist. Wenn der Hauptstrahl zur winkelhalbierenden Ebene (zwischen Zahn und Film) eine größere Neigung als 90° hat (zu flache Einstellung), so erscheinen die Zähne vergrößert. Diese Vergrößerung tritt auf, wenn der Zentralstrahl senkrecht auf die Mittellinie des Zahnes gerichtet ist. Die Zähne erscheinen verkleinert, wenn der Hauptstrahl zur winkelhalbierenden Ebene weniger als 90° (zu steile Einstellung) hat. Die Verkleinerung des Zahnes ist dann vorhanden, wenn die Richtung des Hauptstrahles

auf der Filmebene senkrecht steht. Auch zu kleine und zu geringe Strahlenmenge kann die Ursache für ein fehlerhaftes Bild sein. Wir sehen somit, daß die heutigen Fehlerquellen sehr zahlreich sind, und müssen deshalb bedacht sein, diese Fehler durch Wiederholung oder durch sorgfältiges Studium der Aufnahme soviel als möglich zu vermeiden.

Schlußbetrachtung.

In der Arbeit wurde der Versuch unternommen, die Entwicklung der röntgendiagnostischen Hilfsmittel zu schildern. Es hat sich gezeigt, daß durch das rastlose Fortschreiten der Technik die Entwicklung der Röntgenfotografie ein Höchstmaß an Vollkommenheit erreicht hat.

Zum Schlusse meiner Ausführungen sei es mir gestattet, Herrn Prof. Dr. Voltz für die gütige Überlassung des Themas und Herrn Prof. Dr. Kranz für die Übernahme des Referates meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

Balters: Leitfaden der zahnärztlichen Röntgenkunde.

Beck: Entwicklung und Wesen der Röntgenfotografie und ihre Anwendung in der Zahnheilkunde, Heidelberg, Med. Diss. 1932.

Bouwers: Über moderne Aufnahmetechnik. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen. Bd. 50.

Burkhardt: Die häufigsten Unklarheiten und Fehler beim Lesen dentaler Röntgenbilder, Bonn, Med. Diss. 1936.

Cieszynski: Leitfaden der systematischen Röntgenuntersuchungen in der Zahnheilkunde.

Costabel, Die Vervollkommnung der Röntgenapparatur im Dienste des Zahnarztes, Tübingen, Med. Diss. 1936.

Fabiumke: Neue Wege in der zahnärztlichen Röntgenologie. D. Z. W., Juli 1935, Nr. 30.

Grieben: Das Röntgenbild als Stütze der klinischen Diagnose. Leipzig, Med. Diss. 1936.

Hauberrisser: Röntgenologie und ihre Fehlgriffe in Misch, die Fortschritte der Zahnheilkunde.

Herz: Die fotografische Grundlage des Röntgenbildes, Leipzig 1929.

Hecht: Zahnärztliche Röntgentechnik und -diagnostik, Berlin 1933.

Kantorowicz: Handbuch der gesamten Zahnheilkunde, Bd. 3, Berlin 1931.

Lipinski: Die Röntgenaufnahme in ihrer diagnostischen Bedeutung für die Zahnheilkunde, Breslau, Med. Diss 1921.

Luft: Experimentelle Beiträge zur Detailerkennbarkeit und Detaildarstellbarkeit bei verschiedener Aufnahmetechnik. Fortschr. a. d. Gebiet der Rö-Strahlen 1935, Bd. 51.

Münzesheimer und Kuppenheim: Leitfaden der systemat. Röntgenuntersuchung in der Zahnheilkunde 1931.

van der Plaats: Von Brennfleckgröße, Aufnahmeabstand, Bildleistung und Automatisierung in der zahnärztlichen Röntgenologie. D. Z. W. 1934, Heft 6.

— Der Aufnahmeabstand bei intraoralen Röntgenaufnahmen, D. Z. W. 1935.

Patzelt: Die Enwicklung der Strahlenkunde bei den Aufnahmen der Zähne und Kiefer und deren Bedeutung für die Auswertung der Röntgenbilder, Bonn, Med. Diss. 1936.

Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde 1934.
Rieder-Rosenthal: Lehrbuch der Röntgenkunde, Leipzig 1923, Bd. 6.
Röbbert: Über die Entwicklung dentaler Röntgenapparate, Hamburg, Med. Diss. 1936.
Spiegler: Die Röntgentechnik in der Zahnheilkunde. Zeitschr. f. Stomatologie 1932, Heft 16.
Staudenraus: Neue Wege der zahnärztlichen Röntgenologie. D. Z. W. 1935, Nr. 15.
Stützel: Welchen Nutzen bietet eine Röntgeneinrichtung dem praktischen Zahnarzt, Berlin, Med. Diss. 1921.
Voltz: Zur Frage der Wirtschaftlichkeit der Röntgenbetriebe. Radiologische Rundschau, Bd. 6, 1937.
Walkhoff: Die erste Anwendung der Röntgenstrahlen und des Radiums in der Zahnheilkunde. Korrespondenzblatt für Zahnärzte 57, 1928.

Lebenslauf.

Ich bin am 19. Oktober 1909 als Sohn des Lokomotivführers Alois Baumann in Schönberg geboren. Nachdem ich die Oberrealschule in Regensburg mit dem Reifezeugnis verlassen hatte, studierte ich seit 1933 Zahnheilkunde in Würzburg, Erlangen und München. Nach bestandenem Physikum 1934 diente ich als Freiwilliger ein Jahr bei der 2. Pz.-Abw.-Abt. in Straubing. Im Mai 1937 erhielt ich meine Approbation als Zahnarzt.